

## Editorial

María Antonia Manassero Mas  
Ángel Vázquez Alonso  
Editores invitados

Este número monográfico de la revista TED se hace eco de una creciente tendencia de múltiples instituciones y especialistas que abogan por la educación del pensamiento como un factor clave de la educación del siglo XXI. La Unión Europea ha declarado al pensamiento como una competencia transversal a todos los aprendizajes educativos. Por esta transversalidad, las destrezas de pensamiento impactan sobre todo tipo de aprendizajes, pero son especialmente cruciales para aquellas materias que requieren el uso de las destrezas superiores del pensamiento, tales como las materias de las áreas hoy denominadas STEM (ciencias, tecnologías, ingenierías y matemáticas).

Esta tendencia surge de una conciencia generalizada del fracaso de gran parte de la educación, que hoy todavía está excesivamente enfocada en memorizar muchos hechos y muy poco en pensar con esos hechos. La revolución educativa basada en el pensamiento consiste en promover aprendizajes significativos centrados en los múltiples aspectos que serían probablemente más útiles para la vida futura los estudiantes, en quienes ya se advierte que la mayoría de los problemas reales a afrontar tienen carácter multidisciplinar. Los estudiantes del siglo XXI deben estar preparados para enfrentar un futuro cambiante e incierto; ello requiere que sean creativos, flexibles y pensadores críticos. Esto significa dirigir la educación menos hacia conocimientos y más hacia aprendizajes profundos, flexibles e interdisciplinarios, porque estos rasgos permiten una mayor transferencia de los aprendizajes en múltiples contextos.

A estos retos de las actuales sociedades del conocimiento cabe añadir las investigaciones sobre la educación y el aprendizaje generales, a la vez que las investigaciones específicas sobre el aprendizaje y la didáctica de las ciencias y la tecnología, que sugieren la alfabetización científica y tecnológica de todos para afrontar las necesidades actuales de una formación más completa de los ciudadanos del futuro y los numerosos problemas socio-científicos, donde la actual pandemia de COVID-19 es un ejemplo paradigmático. Todo esto también converge en demandar la enseñanza de las destrezas de pensamiento como piedra angular del aprendizaje.

Estas destrezas de pensamiento se suelen representar en la mayoría de la literatura por el constructo denominado pensamiento crítico (PC). Uno de los artículos (Manassero y Vázquez), presenta una taxonomía, donde el constructo pensamiento crítico es el concepto universal, que engloba las múltiples destrezas de pensamiento que pueblan la literatura especializada. La taxonomía pretende ayudar a los no especialistas y al profesorado en general a entender y aplicar las múltiples destrezas de este complejo constructo del pensamiento.

La cultura escolar del futuro basada en el pensamiento debe promover las destrezas de pensamiento superiores, que empiecen en la aplicación práctica

del conocimiento y progresen hacia arriba, por medio del desarrollo de destrezas de análisis, evaluación, creatividad, etc. Las aulas y escuelas orientadas a una cultura de pensamiento se caracterizan por fomentar las relaciones humanas positivas, valorar el razonamiento del grupo, tanto individual como colectivo, promoviéndolo explícita y activamente como parte de la experiencia cotidiana y visible de toda la comunidad educativa.

Los artículos que forman este número pretenden visibilizar esta cultura del pensamiento escolar a través de las experiencias que presentan, en este caso desarrolladas en el marco de la educación científica. La mayoría de ellas comparten una metodología cuantitativa de investigación cuasi experimental, con grupo control y grupo experimental (grupo que recibe la intervención educativa) y prueba de evaluación inicial (pretest) y prueba de evaluación final (postest), cuyas comparaciones permiten evaluar la eficacia de las intervenciones educativas. Algunas emplean como parámetro para evaluar la eficacia de una intervención educativa el estadístico denominado tamaño del efecto, que mide las diferencias de las magnitudes comparadas en unidades de desviación estándar, cuyos valores estandarizados los hacen universalmente comparables.

Las investigadoras de la Universidad de Valladolid (Ortega, Gil, Vallés y López) diseñan, validan y aplican dos instrumentos de evaluación de habilidades de PC para demostrar la eficacia de una intervención de aprendizaje explícito del PC con un grupo de 17 alumnos entre 11 y 12 años, empleando un modelo mixto y cuasi experimental pretest/postest. El primer instrumento de evaluación es una adaptación del Halpern Critical Thinking Assessment (HCTA) y el segundo es una rúbrica cualitativa para evaluar actividades en el aula, cuyas aplicaciones a ese grupo demuestran el impacto real de las actividades para mejorar las habilidades PC. Además, usando una muestra más amplia en edad y de mayor tamaño, se aportan las aceptables propiedades psicométricas de validez y fiabilidad del HCTA que justifican su empleo como herramientas de evaluación de destrezas de PC.

Las investigadoras colombianas Vega y Callejas diseñan una secuencia de enseñanza aprendizaje para enseñar química inorgánica a estudiantes de grado décimo con una orientación de impacto ambiental de los compuestos inorgánicos y énfasis en el fortalecimiento de los procesos de argumentación durante el aprendizaje. La metodología de análisis es cuasi experimental, con una aplicación del test de Halpern antes y después de la intervención educativa, para evaluar los avances en destrezas de argumentación, como resultado de la aplicación de la intervención. Las autoras concluyen que la intervención promueve un cambio de algunas habilidades de PC y desarrolla significativamente la relación entre la química inorgánica y la educación ambiental.

Desde la Universidad Pedagógica Nacional de México (García Ruiz, Gutiérrez, Rayas y Vázquez) se aporta un estudio de desarrollo de las habilidades de PC con futuros profesores de primaria en su formación inicial. La intervención educativa versa sobre temas de carácter socio-ambiental y con un enfoque CTSA centrado en los aspectos positivos y negativos de la ciencia, la tecnología y sus relaciones mutuas, así como las relaciones con la sociedad y el medio ambiente. El enfoque metodológico es un diseño cuasi-experimental pretest/postest, en el que se ha utilizado como instrumento de evaluación de PC el test de Halpern.

Los resultados muestran un bajo nivel inicial de habilidades de PC en los futuros maestros, aunque las habilidades de análisis de argumentos y toma de decisiones y resolución de problemas mejoran significativamente después de la intervención. Las reflexiones críticas desarrolladas por los futuros maestros en torno a los aspectos CTSA reseñados en las relaciones socio-ambientales se consideran un logro y la causa potencial de la mejora de las habilidades de PC.

Los investigadores Lampert y Porro presentan una secuencia didáctica que se centra en contenidos sobre Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA), plantea temas de naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT) y desarrolla habilidades de pensamiento crítico que se aplica a estudiantes del cuarto año de secundaria superior de la provincia de Buenos Aires en la asignatura de Salud y Adolescencia, como parte de un proyecto iberoamericano de educación científica. Los efectos de la secuencia didáctica sobre los tres contenidos que forman parte de la misma se estudian mediante la metodología cuasi-experimental. El principal hallazgo de esta investigación es que, tras la aplicación de la secuencia didáctica, el grupo experimental mostró mejoras significativas en relación a los temas de NdCyT, las habilidades de PC y también a los contenidos disciplinares de ETA.

El pensamiento creativo es una habilidad importante de los seres humanos para adaptarse a unas condiciones de vida que cambian rápidamente y para producir soluciones creativas a toda clase de problemas, especialmente en el campo de la ciencia y la tecnología. Se puede desarrollar a través de la educación con intervenciones apropiadas de enseñanza y aprendizaje, esta es la experiencia de investigación descrita por Dogan, Manassero y Vázquez para mejorar el pensamiento creativo de futuros docentes de ciencias en su tercer curso de la formación inicial en la universidad de la primera autora en Turquía. El objetivo del estudio es contrastar la eficacia de dos intervenciones didácticas diferentes, una basada en resolución de problemas y la otra basada

en historia de la ciencia, en relación con la mejora de las habilidades de pensamiento creativo de los estudiantes. Ambas intervenciones tienen un enfoque explícito y reflexivo, tuvieron la misma duración de dos semestres y utilizaron el test de Torrance como instrumento de evaluación de pensamiento creativo. Los resultados ponen de manifiesto que el enfoque resolución de problemas fue más eficaz que el enfoque basado en historia de la ciencia respecto a la mejora de la creatividad y del interés por el desarrollo de la creatividad de los futuros docentes.

El artículo de Salica, Almirón y Porro plantea un estudio de caso de docente de química y física, a través de una metodología mixta: cuantitativa y cualitativa, para comprender la interacción entre el conocimiento disciplinar y el conocimiento tecnológico, fundamentado en la NdCyT. Los investigadores centran su estudio en el impacto entre el modelo de formación didáctica sobre el desarrollo profesional docente del conocimiento didáctico del contenido y el contenido tecnológico pedagógico, desde una perspectiva holística, en atención a la interacción persona-ordenador. Los resultados indican que el modelo de formación dinamiza las conexiones entre el conocimiento disciplinar y tecnológico, favorece ciertos procesos de cambios y permanencias que son los que orientan los modelos de conocimiento didáctico del contenido, tecnológico y disciplinar. Además, el estudio informa que el pensamiento del profesorado se hace más coherente, en relación con el diseño de escenarios didácticos que integran curricularmente las tecnologías de la información.

En la universidad de las Islas Baleares (España), Manassero y Vázquez han desarrollado un estudio piloto para buscar respuestas a dos cuestiones claves de la enseñanza de destrezas de pensamiento crítico en la escuela: primero, poner las bases de una evaluación sistemática de las destrezas de PC, que permita evaluar la eficacia de los programas de enseñanza del pensamiento (una carencia manifiesta de la investigación sobre pensamiento); segundo, diseñar y desarrollar instrumentos de

evaluación libres de cultura, principalmente figurativos, que ofrezcan una alternativa a los instrumentos tradicionales de evaluación de PC (verbales). Para ello, se diseña un instrumento que evalúa algunas destrezas de pensamiento (deducción, asunciones, secuenciación y toma de decisiones) de los estudiantes españoles al final de la educación secundaria (15-16 años), se estudia su relación con las calificaciones del aprendizaje y se ofrecen datos sobre la validación del instrumento de evaluación, que se plantea como un instrumento libre de cultura. Los resultados presentan un diagnóstico de las destrezas de los estudiantes con el instrumento desarrollado y el hallazgo más importante se refiere a la significativa y alta correlación entre las calificaciones escolares y las puntuaciones de las destrezas de pensamiento, que tienden a ser más altas en las asignaturas STEM. Los resultados psicométricos de validez y fiabilidad para el instrumento son buenos en lo que se refiere a las cuestiones figurativas, pero son más bajos para las cuestiones verbales (extraídas de instrumentos estandarizados de evaluación de PC). Para la educación, el resultado más importante es la confirmación de la importancia transversal que pueden tener las destrezas de pensamiento para todos los aprendizajes en diferentes materias.

Desde la universidad de Jaén, Cobo, Romero y Abril abordan la formación inicial de profesores de primaria acerca de temas de NdCyT (aspectos epistemológicos y sociales). Para ello, diseñan una propuesta didáctica explícita y reflexiva, basada en la historia de la ciencia, que integra la indagación a través de diferentes escenarios de aprendizaje. La metodología de la investigación sigue un diseño cuasi-experimental pretest/posttest, con grupos experimental y control, orientado a identificar los progresos en las concepciones del profesorado participante sobre algunos aspectos claves de la NdCyT, como consecuencia de aplicar la propuesta didáctica en el aula. Los cambios observados se miden a través del tamaño del efecto y demuestran un progreso positivo de los profesores en formación del grupo experimental respecto al grupo control, tanto en los aspectos epistemológicos como en los sociológicos. Estos resultados constituyen evidencias empíricas que avalan la eficacia e interés de la propuesta didáctica diseñada para la mejora de la formación inicial del profesorado en este ámbito.

Veiga y Roncaglia indagan la opinión de estudiantes argentinos novales en licenciaturas de Biotecnología e Ingeniería acerca de diversos aspectos de la tecnología, mediante escenarios del Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS); se aplican métodos estadísticos y no estadísticos de análisis. Los resultados muestran que las visiones sobre la tecnología de los estudiantes son inadecuadas, pues están alejadas de las concepciones de los especialistas y se detectan incoherencias dentro de una misma opinión, que revelan pensamientos inconsistentes.

Por su parte, Porras, Tuay y Ladino toman como referencia algunos principios físicos, se plantean contribuir al desarrollo de la habilidad argumentativa en estudiantes colombianos de enseñanza media mediante una SEA que integra destrezas de PC, enfoque CTS y aspectos de NdCyT relativos a la sociología externa de la ciencia y la tecnología. El diseño de investigación cuasi-experimental (pretest-SEA-posttest) aplica el test de Halpern y el COCTS, obteniendo mejoras significativas de la habilidad argumentativa de los estudiantes y de la imagen de la ciencia y la tecnología.

Los colegas del CEFET (Río de Janeiro), Spolidoro y Crispino, presentan un estudio sobre un caso tradicional de tema socio-científico de gran actualidad en todo el mundo: la controversia sobre los alimentos genéticamente modificados, un clásico de la educación CTS. Los autores presentan un estudio de caso que implica medidas de las creencias sobre NdCyT y las cinco destrezas de PC del test de Halpern, anteriores y posteriores a la controversia; los investigadores usan también un grupo de control y registran las participaciones orales de los estudiantes, durante y después de la controversia. Los resultados no muestran diferencias respecto a las creencias sobre la NdCyT, pero se alcanzan diferencias significativas en algunas destrezas de PC. Las aportaciones cualitativas de los estudiantes en forma de comentarios fueron fundamentales para identificar la forma crítica con que abordan un tema tecno-científico controvertido como los transgénicos, que se complementan con reflexiones sobre la metodología aplicada.

El conjunto de trabajos expuestos en este número monográfico de la revista aporta dos contribuciones significativas a la investigación en la didáctica de la ciencia. En primer lugar, aporta la consideración de las destrezas de PC como una parte clave de la enseñanza de la ciencia, no solo para mejorar la enseñanza de la ciencia en aquellos aspectos relacionados con la NdCyT (sobre lo cual existe investigación previa que demuestra, no solo su utilidad, sino su perentoria necesidad), de modo que el desarrollo de las destrezas de PC son una condición necesaria para el logro de los objetivos de aprendizaje meta cognitivos implicados en esos aspectos. También, el desarrollo de las destrezas de PC ayuda a mejorar todos los demás aprendizajes, científicos y no científicos, ya que son competencias de pensamiento transversales a cualquier aprendizaje.

En segundo lugar, estos trabajos realizan otra aportación significativa relacionada con la metodología de la investigación científica y educativa. En los últimos tiempos, prestigiosas revistas de investigación educativa están exigiendo a los investigadores (explícitamente a

través de las normas para los autores o implícitamente a través de los criterios empleados por los revisores) el uso en sus trabajos de metodologías experimentales, basadas en la aplicación de evaluaciones iniciales y finales, con el uso de instrumentos de evaluación válidos y fiables y de grupos experimental y control, de modo que los efectos de las intervenciones educativas estén avaladas por una metodología de investigación robusta y fundada.

Además, se está produciendo también un giro en relación con los estadísticos aplicados para medir la eficacia de las intervenciones educativas, basado en la distinción (clave para la educación) entre la probabilidad de significación de una diferencia y la magnitud de ella, pues para la eficacia educativa importa sobre todo la magnitud relevante del aprendizaje producido. Por ello, se percibe una tendencia a la sustitución progresiva de la estadística inferencial tradicional, basada en la probabilidad de significación de las diferencias, que no informa sobre la magnitud de las diferencias, por el estadístico denominado tamaño del efecto, que mide las diferencias en unidades de desviación estándar y se considera un parámetro estadístico más exigente, universal y apropiado para medir la eficacia de las intervenciones educativas.

Ambas aportaciones son patentes en los estudios de este número de la revista TED, la cual también contribuye a situar decisivamente la investigación educativa iberoamericana en la pista de la vanguardia de las tendencias educativas actuales.

Los editores agradecemos a la dirección de la revista su invitación, su apoyo y su decidido interés en la publicación de este número monográfico y deseamos que los lectores disfruten con su estudio y encuentren inspiración para sus trabajos.